

**SVO**

**SILLANRAKENNUSTÖIDEN  
VALVONTAOHJE**

# **PAALUTUSTYÖT**

**Tie- ja vesirakennushallitus 1988**

**TVH 732232**

58  
TVH

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Rakennusosasto

Tienrakennustoimisto

Säädösperusta Työjärjestys

Voimassa - toistaiseksi

Korvas/Muuttaa  
Uusi

Kohdistuvuus

☐ TVH

☒ TVL

☐ Muu valtionhallinto

☐ Ulkopuoliset

☐ MAARAYS

☒ OHJE

Pvm

2.5.1988

Vastaanottaja

Nro

RS-52

Asieryhmä

C.3.3.2.1

Tie- ja vesirakennuspiirit

SILLANRAKENNUSTÖIDEN VALVONTAOHJE: PAALUTUSTYÖT

Tämä valvontaohje liittyy sillanrakennustöiden yleisen työselityksen osaan "Paalutustyöt". Ohjeen sisältö noudattaa työselityksen mukaista järjestystä ja numerointia. Tekstissä on korostettu niitä seikkoja, joihin valvojan tulee kiinnittää huomiota paalutustöitä valvoessaan. Sellaisia valvojan tehtäviä, jotka urakalla rakennettaessa liittyvät urakan juridisiin ja taloudellisiin kysymyksiin, ei käsitellä tässä ohjeessa.

Osastopäällikön po:ssa  
yli-insinööri

  
T. Hailikari

Toimiston päällikkö  
vs. yli-insinööri

  
Kalevi Falck

Lisätietoja

J. Lämsä  
TVH/tienrakennustoimisto  
puh. (90) 1541

Järjestelmä / Myynti

TVH/Lomakevarasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
puh. (90) 154 2052

TIEDOKSI

R

Rt/siltatekn. henkilökunta

Rt

Rm + teknillinen henkilökunta

Rr

S

Sts

Sss + teknillinen henkilökunta

Ko

V

Vs

Vr

VR/siltaryhmä 5 kpl

HKR/katurakennusosasto 3 kpl

Siltaurakoitsijat

Paalujen valmistajat

Suomen Geotekninen Yhdistys ry.

BY

BLT

SRUL

SRLl

RIL

SBK

VTT/Betoni- ja silikaattiteknikan laboratorio

VTT/Geotekniikan laboratorio

TKK

Oulun Yliopisto/rakennusinsinööriosasto

Tampereen Yliopisto/rakennusinsinööriosasto

Lappeenrannan " "

Teknilliset oppilaitokset/rakennusinsinööriosasto

Kirjasto/ohjeluettelo C.3.3.2.1

JLä/RL

SILLANRAKENNUSTÖIDEN VALVONTAOHJE  
3400: PAALUTUSTYÖT



88 0388

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
TIERAKENNUSTOIMISTO

Helsinki 1988

ISBN 951-47-1005-3

SILLANRAKENNUSTÖIDEN VALVONTAOHJE  
3400: PAALUTUSTYÖT

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1.	YLEISTÄ	1
1.1	Soveltaminen	1
1.2	Käsitteiden määrittely	1
1.3	Paalutustyön valvonta	1
1.4	Työn lopputulokselle asetetut vaatimukset	1
1.5	Paalutustyön kelpoisuuden osoittaminen	2
2.	TERÄSBETONIPAALUJEN LYÖNTIPAALUTUS	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Paalut ja paalutarvikkeet	2
2.21	Materiaalit	2
2.22	Valmistus	2
2.223	Paalujen kelpoisuuden osoittaminen	3
2.23	Varastointi ja kuljetus	4
2.3	Paalutustyönsuunnitelma	4
2.4	Paalutustyö	4
2.42	Koepaalutus	4
2.43	Paalujen hankinta ja käsittely työmaalla	5
2.44	Paalujen sijainnin ja kaltevuuden merkitseminen	5
2.45	Lyöntijärjestys	5
2.46	Paalutuskone	5
2.47	Lyöntityö	6
2.471	Paalun lyönti	6
2.48	Paalutuspöytäkirja ja tulosten taltiointi	7
2.481	Yleistä	7
2.482	Paalutuspöytäkirja	7
2.483	Toteutumapiirustukset	7
2.49	Koekuormitus	8

3.	TERÄSPAALUJEN LYÖNTIPAALUTUS	8
3.1	<b>Yleistä</b>	8
3.2	<b>Paalut ja paalutarvikkeet</b>	8
3.21	Materiaalit	8
3.22	Paalujen laatuvaatimukset	8
3.23	Paalujen kelpoisuuden osoittaminen	8
3.3	<b>Paalutustyösuunnitelma</b>	8
3.4	<b>Paalutustyö</b>	8
3.41	Koepaalutus	8
3.42	Paalujen hankinta	8
3.43	Paalujen sijainnin ja kaltevuuden merkitseminen	9
3.44	Paalutuskone	9
3.45	Lyöntityö	9
3.451	Paalun lyönti	9
3.46	Paalutuspöytäkirja ja tulosten taltiointi	9
3.47	Koekuormitus	9
4.	SUURPAALUTUS	9
4.1	<b>Yleistä</b>	9
4.2	<b>Paalujen materiaalit ja tarvikkeet</b>	9
4.3	<b>Paalutustyösuunnitelma</b>	10
4.4	<b>Paalutustyö</b>	10
4.41	Kaivinpaalutus	10
4.42	Franki-paalutus	12
5.	MUUT PAALUTUKSET	12
5.1	<b>Puupaalujen lyöntipaalutus</b>	12
5.2	<b>Pengerpaalutus</b>	12
5.3	<b>Erikoispaalutus</b>	12
6.	PAALUTUSTYÖTELINEET	13



## PAALUTUSTYÖT

### Valvontaohje

#### 1. YLEISTÄ

##### 1.1 Soveltamisalue

Tämä valvontaohje liittyy sillanrakennustöiden yleisen työselityksen kohtaan 3400: Paalutustyöt. Ohjeen sisältö noudattaa SYT 3400:n mukaista järjestystä ja numerointia. Tekstissä on korostettu niitä seikkoja, joihin valvojan tulee kiinnittää huomiota. Jos johonkin SYT:n kohtaan ei anneta lisätietoja tässä valvontaohjeessa, se osoitetaan tähdillä (\*\*\*\*).

Sellaisia valvojan tehtäviä, jotka urakalla rakennettaessa liittyvät urakan juridisiin ja taloudellisiin kysymyksiin, ei käsitellä tässä ohjeessa.

##### 1.2 Käsitteiden määrittely

Valvontaohjeessa käytetään samoja käsitteitä ja määritelmiä kuin SYT 3000:ssa on esitetty.

##### 1.3 Paalutustyön valvoja

Paalutustöiden valvojan on oltava perehtynyt ja totunut paalutustyöhön. Betonitöiden valvojalla on lisäksi oltava työn luokan edellyttämä pätevyys. Valvoja tarkastaa ja hyväksyy paaluttajan laatimat työsuunnitelmat ja valvoo paalutustyön oikean toteutuksen.

Jollei paalutustyön johtaja ole jatkuvasti työpaikalla, valvojan on varmistettava, että työtä johtaa hänen poissaollessaan paalutustyönjohtajan apulainen, joka on hänen alaisensa ja jonka tulee tarvittaessa voida olla yhteydessä paalutustyönjohtajaan. Johtamistehtävän helpottamiseksi on kunkin paalutuskoneen luona oltava tehtäväänsä koulutettu henkilö, joka avustaa paalutustyön johtajaa mittaus- ym. tehtävissä.

Suurpaalutöiden valvoja on mukana betonointia edeltävissä tarkastuksissa, esim. paalun alapään, raudoituksen ja ultraäänitarkastusputkien aseman tarkastuksessa sekä paalun betonoinnin aikana.

##### 1.4 Työn lopputulokselle asetetut vaatimukset

(\*\*\*\*)



## 1.5 Paalutustyön kelpoisuuden osoittaminen

Lyöntipaalutustyön kelpoisuus osoitetaan SYT:n kohtien 2.16 ja 3.15 mukaisesti.

Suurpaalutustyön kelpoisuus osoitetaan periaatteessa samalla tavalla kuin lyöntipaalutustyön kelpoisuus. Kaivinpaalujen kelpoisuutta arvostellaan puristuslujuuskoekappaleiden ja betonointipöytäkirjan lisäksi paalujen ultraääniluotauksella. Luotaustuloksista (sonogrammeista) voidaan selvittää paalussa mahdollisesti olevat betonointivirheet. Valvoja tilaa TVH:n maatutkimustoimiston edustajan luotaamaan paalut. Paaluihin kiinnitetään ennen valua luotauksen vaatimat  $\varnothing$  60 mm teräsputket erillisten ohjeiden mukaisesti.

Kaikki paalujen kelpoisuutta osoittava aineisto kerätään sillan kelpoisuuskirjaan.

## 2. TERÄSBETONIPAALUJEN LYÖNTIPAALUTUS

### 2.1 Yleistä

(\*\*\*)

### 2.2 Paalut ja paalutarvikkeet

#### 2.21 Materiaalit

Jos paaluissa käytetään VTT:n valvonnassa olevia harjateräksiä, ei niistä tehdä työmaakohtaisia kelpoisuuskokeita. VTT:n valvomien harjaterästen valssausmerkinnät, joista valmistaja voidaan tunnistaa, on esitetty ympäristöministeriön säännöstiedostossa. Tankojen päissä esiintyvä sininen värimerkintä osoittaa vajaalaatuista tuotetta, eikä tällaista terästä saa käyttää paalussa ilman erillistä selvitystä.

Lyöntipaaluissa saa käyttää nopeasti kovettuvaa rakennussementtiä ja osa sementistä voidaan korvata lentotuhkalla paalun valmistussuunnitelman mukaisesti.

Runkoaineena käytetään vain murskattua kiviainesta. Jos betonin valmistukseen käytetään muuta kuin vesi-johtoverkostosta saatavaa vettä, on valvojan vaadittava, että veden kelpoisuus on selvitetty. Valvojan on myös varmistettava, että käytettävät lisäaineet ovat hyväksytyssä valmistussuunnitelmassa mainitut ja että lisäaineista on betonin valmistuspaikalla hyväksytyt käyttöselosteet.

#### 2.22 Valmistus

Valvojan on tarkastettava, että paalut valmistetaan tie- ja vesirakennushallituksen hyväksymän valmistussuunnitelman mukaan. Mikäli hyväksytty valmistussuun-

nitelma tehtaalta puuttuu, on valvojan pyydyttävä tehdasta toimittamaan suunnitelmansa hyväksyttäväksi tienrakennustoimistoon ennenkuin paalujen valmistus tehtaalla alkaa. Valvojan on syytä pistokoeluo- toisesti käydä tehtaalla seuraamassa paalujen valmistusta. Valmistuksessa on valvojan kiinnitettävä erityisesti huomiota raudoituksen jatkosten ja kärkekapaleiden oikeaan sijaintiin ja paikallaan pysyvyyteen valuvaiheessa sekä muotin puhtauteen. Valuvaiheessa valvoja seuraa betonimassan koostumusta ja vesise- menttisuhdetta. Hyväksyttävä paalun yläpinta saadaan yleensä aikaan huolellisella tärypalkin käytöllä tai puulla hiertämällä. Lopuksi tarkastetaan paalujen jälkihoitotoimenpiteet ja mahdollinen lämmitysmenet- tely.

Siltapaaluina saa käyttää vain SBK:n julkaisun 1.6 "Teräsbetoninen siltapaalu" mukaista paalua. Penker- paaluina saadaan käyttää myös SBK:n julkaisun 1.5 "Teräsbetoninen normaalipaalu" mukaista paalua.

## 2.223 Paalujen kelpoisuuden osoittaminen

Betonin kelpoisuuskokeet tehdään valmistussuunnitel- massa esitetyllä tavalla.

Toleranssin alittava paalu on hylättävä, ellei sen käyttökelpoisuudesta geotekninen suunnittelija anna erillistä todistusta.

Käytettäessä normikoeokappaleita puristuslujuuden tes- taamiseen, tehdään koeokappaleita yleensä vähintään kaksi kutakin betonointikertaa ja vähintään kuitenkin yksi jokaista alkavaa 100 m<sup>3</sup> kohti.

Betonin sitoutumisen ja kovettumisen aikaisen lämpö- tilan vaikutus betonin lujuuteen voidaan selvittää ennakkoon rakennekoekappaleiden avulla. Valmistuksen aikaista lämpötilan nousua seurataan valmistussuunni- telman mukaisin laittein (vrt. piirturi).

Mikäli betonin puristuslujuus todetaan rakennekoekap- paleista, menetellään seuraavasti: Viimeksi valetusta paalusta porataan kaksi koeokappaletta betonointiker- taa kohti, kuitenkin vähintään yksi jokaista alkavaa 100 m<sup>3</sup> kohti ja tutkitaan niiden puristuslujuus. Kaikkien koeokappaleiden on täytettävä asetettu vaati- mus. Jos jokin koetuloksista alittaa vaatimuksen, testataan lujuus myöhemmin irroitettavilla koeokappa- leilla, joiden lukumäärä on sama kuin ensimmäisessä kokeessa.

Ainetta rikkomattomia menetelmiä voidaan käyttää paa- lujen betonin puristuslujuuden testauksessa valmis- tussuunnitelmassa esitetyllä ja valvojan hyväksymällä tavalla. Kyseeseen tulee lähinnä kimmovasaran käyttö.



## 2.23 Varastointi ja kuljetus

Talvella paaluja ulkona varastoitaessa on varmistauduttava, etteivät paalut pääse jäätymään ennen kuin niillä on vaadittu lyöntilujuus. Tarvittaessa paalut on peitettävä lämpöeristysmatoin betonin kovettumisprosessin ajan.

Ennen kuin paaluja lähdetään kuljettamaan työmaalle, on tehtaan osoitettava kirjallisesti niiden lyöntilujuus ja ikä SYT 3400 mukaisesti. Yleensä paaluilta vaaditaan vähintään 14 vrk ikä ennen kuin niitä saa kuljettaa työmaalle. Valvoja liittää tehtaan kirjallisen todistuksen paalujen valmistuksesta ja lujudenkehityksestä sillan kelpoisuuskirjaan.

## 2.3 Paalutustyösuunnitelma

### 2.31 Lähtötiedot

(\*\*\*\*)

### 2.32 Suunnitelman sisältö

Valvoja tarkastaa paaluttajan laatiman kirjallisen paalutustyösuunnitelman. Paalutustyösuunnitelman tarkastuksesta laitetaan maininta työmaapäiväkirjaan. Pienissä kohteissa voidaan luopua kirjallisesta paalutustyösuunnitelmasta ja tyytyä työn toteuttajan ja valvojan välisestä neuvottelusta laadittuun muistioon.

## 2.4 Paalutustyö

### 2.41 Pohjatutkimusten täydennys ja paalupituuden tarkistus

(\*\*\*\*)

### 2.42 Koepaalutus

Jos urakka-asiakirjat edellyttävät koepaalutusta tai jos paalutustyön alussa muusta syystä siihen päädytään, valvojan tehtävänä on valvoa, että:

- paaluja on 2...4 kpl/tuki, luokan IB paalutuksessa  $\geq 5$  kpl/tuki,
- paalut lyödään LPO-87 kohdan 8.1 mukaisesti standardimenetelmällä,
- paaluihin on lisätty  $\varnothing$  40 mm tarkastusputki,
- paalujen pituus saadaan selville  $\pm 10$  mm tarkkuudella,
- paalun lyönnistä pidetään paalukohtaista paalutuspöytäkirjaa,
- paalutustyön loputtua paalun käyryys mitataan tarkastusputkesta luotilangalla tai inklinometrillä,

- paalutuksesta laaditaan SYT 3400 liitteen 4 mukainen piirros, joka liitetään edelleen sillan kelpoisuuskirjaan.

#### 2.43 Paalujen hankinta ja käsittely työmaalla

Paalujen saapuessa työmaalle, valvoja tarkastaa varastopaikan tasaisuuden ja tekee paaluille vastaanottotarkastuksen. Tarkastuksessa todetaan, että paalut ovat lyöntikelpoisia ja että ne täyttävät kaikinpuolin niille SYT 3400 kohdassa 2.221 asetetut laatuvaatimukset. Valvoja vastaanottaa samalla paalujen kelpoisuusaineiston ja liittää sen sillan kelpoisuuskirjaan. Vastaanottotarkastuksen pitämisestä laitetaan maininta työmaapäiväkirjaan.

Valvojan tehtäviin kuuluu katsoa, että paaluja käsitellään työmaalla työn eri vaiheissa oikein SYT 3400 kohdan 2.43 mukaisesti.

#### 2.44 Paalujen sijainnin ja kaltevuuden merkitseminen

Paalujen sijainti on varmintä merkitä maastoon mittakeppien lisäksi mittalinjoilla kahdessa suunnassa tai optisin mittausvälinein, jotta paalun paikka voidaan nopeasti merkitä uudelleen mittakepin mahdollisesti kaatuessa. Mittalinja muodostuu esimerkiksi kahdesta kaltevuusmallista tai pystysuorasta linjakepistä. Mallit tulee sijoittaa sellaisiin kohtiin, etteivät ne vaurioidu tai liiku työn aikana.

Vedenalaisessa paalutuksessa tai hyvin pehmeällä pohjalla paalutettaessa paalujen paikat varmistetaan ohjausputkella ja teräskehikolla tai mallilaatalla. Mallilaattaa käytettäessä on seurattava, ettei paalun pään siirtyminen olennaisesti esty esimerkiksi maan kivisyydestä johtuen. Tarvittaessa laatan reikää suurennetaan, jolloin estetään paalun taipuminen ja mahdollinen rikkoutuminen. Valvoja antaa aina erikseen luvan mallilaatan käytölle.

#### 2.45 Paalujen lyöntijärjestys

Koska paalujen oikealla lyöntijärjestyksellä voidaan estää monenlaiset vauriot itse paaluissa ja paalutustyössä sekä paalutustyömaan ympäristössä, on valvojan syytä tarkastaa, että lyöntijärjestyksestä on laadittu suunnitelma, jossa haittatekijöiden minimointi on huomioitu. Paalutus on suunniteltava aloitettavaksi siten, että paalut saadaan tunkeutumaan haluttuun syvyyteen vahingoittamatta ympärillä olevia rakenteita tai jo lyötyjä paaluja.

#### 2.46 Paalutuskone

Lyöntipaalutustöissä käytetään tavallisesti hidaskuista paalutusjunttaa, jossa voi toimintatapansa mu-



kaan olla joko vaijeripudotteinen järkäle tai vapaa pudotteinen järkäle.

Pudotusjärkäleen ja iskutyynyn tarkastuksessa noudatetaan SYT:n kohdan 2.46 ja LPO-87:n kohdissa 5.521, 5.522 ja 5.53 esitettyjä ohjeita ja määräyksiä.

2.47 Lyöntityö

2.471 Paalun lyönti

Ennen lyöntityön alkua tarkastetaan, että paalutuskone on niin tukevalla alustalla, ettei koneen liikkeitä riko ympäröiviä rakenteita, lyötävää tai jo lyöttyä paalua.

Lyöntityön valvonnassa noudatetaan mitä SYT:n kohdassa 2.471 ja LPO-87:n kohdissa 5.5 ja 5.6 on määrätty.

Paalutustyön aikana valvoja ottaa yhteyden geotekniseen suunnittelijaan, kun:

- paalupituudet poikkeavat merkittävästi suunnitelman mukaisista pituuksista,
- paalut pyrkivät kallistumaan lyötessä,
- paaluja rikkoontuu normaalia enemmän, jolloin on selvitettävä rikkoontumisen syy,
- loppulyöntivaatimukset ovat vaikeita täyttää,
- paalun tunkeutuminen pysähtyy, eikä kärjen tavoitetason osoittamaa maakerrosta tai kaltevuutta ole vielä saavutettu,
- paalujen päät liikkuvat lyönnin jälkeen,
- lähellä sijaitseviin rakenteisiin on tullut halkeamia.

Geoteknisenä suunnittelijana rakennusvaiheessa toimii yleensä piirin maatumkimusinsinööri, joka harkintansa mukaan ottaa edelleen yhteyttä TVH:een.

Paalutustyösuunnitelmassa on saatettu määrätä erityistoimenpiteitä paalutustyön toteuttamiseksi, jolloin valvojan on syytä olla päivittäin yhteydessä geotekniseen suunnittelijaan lyöntityön aikana lisäohjeiden saamiseksi ja palautteen antamiseksi.

Rakennesuunnittelijaan ottaa valvoja yhteyttä lisäohjeiden tai muutossuunnitelmien saamista varten silloin, kun

- joudutaan poikkeamaan suunnitelmasta (piirustuksista),
- paalut saavat sallittua suurempia sijainti- ja/tai kaltevuuspoikkeamia,
- paaluja rikkoutuu normaalia enemmän ja tämä näytetään johtuvan paalujen laadusta.

Rakennustyön toteutusvaiheessa rakennesuunnittelijan edustajana toimii suunnitelmien tarkastaja piirissä tai TVH:ssa.

2.48 Paalutuspöytäkirja ja tulosten taltiointi

2.481 Yleistä

Paalutustyön päätyttyä dokumentoidaan tiedot

- paalujen todellisesta pituudesta,
- paalujen kärkitasoista ja
- loppulyöntivaatimusten toteutumisesta.

Tiedot esitetään toteutumapiirustuksissa, koepaalu- tus- ja koekuormituspiirustuksissa ja valvojan tarkastamissa paalutuspöytäkirjoissa. Tiedot liitetään sillan kelpoisuuskirjaan.

2.482 Paalutuspöytäkirja

Paalutustyön päätyttyä valvoja tarkastaa paalutuspöytäkirjat ja selvittää tarpeen vaatiessa geoteknisen suunnittelijan kanssa, ovatko paalut saavuttaneet tavoitellun kantavuuden.

Paalutuspöytäkirjan ensimmäinen sivu täytetään vain kerran kutakin paalutuskohdetta kohti, elleivät ne ole muuttuneet työn aikana. Pöytäkirjan toinen sivu täytetään jokaista paalua kohti.

Rakennesuunnittelija määrittää toteutumapiirustusten perusteella mahdollisesti tarvittavien lisäpaalujen määrän ja sijainnin, jos sallitut sijainti- ja kaltevuuspoikkeamat ovat ylittyneet. Toteutumapiirustus voidaan laatia sopivista osa-alueista jo ennen koko paalutustyön päättymistä, jolloin paalutuskoneen mahdollinen odotusaika ennen lisäpaalujen lyöntiä vähenee.

2.483 Toteutumapiirustukset

Toteutumapiirustus muodostuu yleensä tasopiirustuksesta (-piirustuksista) ja erikoistapauksissa lisäksi 1-2 leikkauspiirustuksesta.

Tasopiirustus laaditaan rakennesuunnitelmaan sisältyvää paalukarttaa hyväksi käyttäen. Piirustuksessa esitetään:

- paalun numero,
- paalun pään sijaintipoikkeamat valitussa koordinaatistossa,
- paalunkärjen taso,
- katkaisutasot,
- käytetyt jatkokset,
- kärjet,
- peruslaatan mitat ja peruslaatan alapinnan korkeustaso.



Esimerkki suositeltavasta tasopiirustuksesta on esitetty liitteessä 1.

Leikkauspiirustus (-piirustukset) laaditaan kairauslinjojen pituusleikkauksia hyväksi käyttäen siten, että leikkaukseen merkitään kahden lähimmän paalurivin paalut todelliseen asemaan ja kaltevuuteen. Piirustukseen merkitään myös kairauslinjan kohdalla suunniteltu paalujen tavoitetaso.

Esimerkki suositeltavasta leikkauspiirustuksesta on esitetty liitteessä 2.

## 2.49 Koekuormitus

Dynaamisen koekuormituksen mittaustöitä voi tilata esim. VTT:n geoteknisestä laboratoriosta.

## 3. TERÄSPAALUJEN LYÖNTIPAALUTUS

### 3.1 Yleistä

(\*\*\*\*)

### 3.2 Paalut ja paalutarvikkeet

#### 3.21 Materiaalit

(\*\*\*\*)

#### 3.22 Paalujen laatuvaatimukset

Valvoja tarkastaa pistokoeluontoisilla mittauksilla, että profiiliin paksuus ja muoto on ilmoitetun mukainen, ja että paalut ovat suoruudeltaan SYT:n mukaisia. Toleranssin alittava paalu on hylättävä ellei sen käyttökelpoisuudesta geotekninen suunnittelija anna erillistä todistusta.

#### 3.23 Paalujen kelpoisuuden osoittaminen

(\*\*\*\*)

### 3.3 Paalutustyösuunnitelma

(\*\*\*\*) Tässä sovelletaan myös kohdan 2.3 ohjeita.

### 3.4 Paalutustyö

#### 3.41 Koepaalutus

(\*\*\*\*) Tässä sovelletaan myös kohdan 2.42 ohjeita.

#### 3.42 Paalujen hankinta

(\*\*\*\*)

- 3.43 Paalujen sijainnin ja kaltevuuden merkitseminen  
(\*\*\*\*) Tässä sovelletaan myös kohdan 2.44 ohjeita.

3.44 Paalutuskone

Teräspaalujen lyöntityössä käytetään tavallisten hidasiskuisten paalutusjunttien (vaijeripudotteinen tai vapaa pudotteinen) lisäksi muunkinlaisia junttia paaluprofiilista riippuen. Pieniä teräspaaluja lyödään usein nopeaiskuisilla hydraulii- tai paineilmavasaaroilla. Vasara voi tällöin roikkua paalutuskoneen vaijerin varassa tai se lasketaan lyötävän paalun päähän nosturia apuna käyttäen.

Teräspaaluja voidaan lyödä myös diesel-juntilla.

Pudotusjärkälleen ja iskutyynyn tarkastuksessa noudatetaan SYT:n kohdan 3.44 ja LPO-87:n kohtien 5.521, 5.524 ja 5.53 ohjeita ja määräyksiä.

3.45 Lyöntityö

3.451 Paalun lyönti

Tässä noudatetaan soveltuvin osin mitä kohdassa 2.471 on sanottu.

Sen lisäksi valvojan on varmistettava, että käytetty lyöntikalusto ja lyöntitapa on TVH:n hyväksymiä. Ennen lyöntiä on myös varmistettava, että käytettävä jatkostyyppi on tyyppi hyväksyttyä mallia.

3.46 Paalutuspöytäkirja ja tulosten taltiointi

Tässä noudatetaan mitä kohdassa 2.48 on sanottu.

3.47 Koekuormitus

Dynaamisen koekuormituksen mittaustöitä voi tilata VTT:n geoteknisestä laboratoriosta.

4. SUURPAALUT

4.1 Yleistä

Soveltamisalue kohdan 1.1, 1.2, 1.3 ja 1.5 mukaisesti.

4.2 Paalujen materiaalit ja tarvikkeet

Jos paaluissa käytetään VTT:n valvonnassa olevia harjateräksiä, ei niistä tehdä työmaakohtaisia kelpoisuuskokeita. VTT:n valvomien harjaterästen valssausmerkinnät, joista valmistaja voidaan tunnistaa, on esitetty ympäristöministeriön säännöstiedostossa.

Tankojen päissä esiintyvä sininen värimerkintä osoittaa vajaalaatuista tuotetta, eikä tällaista terästä saa käyttää paaluissa ilman erillistä selvitystä.

Valmisbetonia käytettäessä tulee valvojan olla jatkuvasti selvillä betonitehtaan toimitusmahdollisuuksista ja laadunvalvonnasta. Jos taas betoni tullaan valmistamaan työmaan omalla betoniasemalla, on valvojan tutustuttava kiviainesten ottopaikkoihin ja eri kiviaineslajitelmien seulontatuloksiin.

Jos betonin valmistukseen käytetään muuta kuin vesijohtoverkosta saatavaa vettä, on valvojan vaadittava, että veden kelpoisuus on selvitetty. Valvojan on myös varmistettava, että käytettävillä lisäaineilla on voimassa oleva käyttöseloste ja että tämä käyttöseloste on betonin valmistuspaikalla.

#### 4.3

#### **Paalutustyösuunnitelma**

Valvoja tarkastaa paalutustyösuunnitelman ennen paalutustyön alkua siinä vaiheessa, kun paalutuskalusto on tiedossa ja yksityiskohtainen työjärjestys selvitetty. Paalutustyösuunnitelmaa täydennetään paalutuksen yhteydessä mm. kertyvien maanäytteiden ja tunkeutumismittausten perusteella.

Valvoja ja betonityönjohtaja tarkastavat yhdessä betonointisuunnitelman kohta kohdalta ennen betonointia. Erityisen tarkasti selvitetään varautuminen häiriöihin, varakalusto, talvityön aiheuttamat liiskäykset sekä vedenalaisen betonoinnin vaatimukset, kuten betonointiputkien tukeminen, putkien jatkokset ja puhtaus. Betonointisuunnitelmassa on esitettävä myös ultraäänitarkastusputkien paikat.

#### 4.4

#### **Paalutustyö**

#### 4.41

#### **Kaivinpaalutus**

Kaivinpaalutuskone painaa n. 70 t. Kone painaa hiertämällä työputken maahan. Vaihtoehtoisesti putkea voidaan upottaa lyömällä maahan. Työputkea jatketaan yleensä 2-5,5 m:n pulttiliitoksin varustetuilla jatkoputkilla.

Työn aikana valvoja tarkastaa, että vaippaputken upotus ja massojen kaivu putken sisältä tapahtuu paalutustyösuunnitelmaa, SPO-78:n ja SYT:n ohjeita ja määräyksiä noudattaen. Maan löyhtyminen vaippaputken ympärillä tulisi estää, koska maa muodostaa kaivinpaalulle "valumuotin" ja tukee käyttötilassa paalua sivusuunnassa.

Maahan tukeutuvilla- ja kittapaaluilla on erityisen tärkeää valvoa, ettei kaivutyö löyhdytä tarpeettomasti suojaputken alapuolista maata eikä pohjan hydraulista murtumista pääse tapahtumaan. Putken painumista



estävät kivet ja lohkareet rikotaan työn aikana meislaamalla. Löyhää kitkamaata pohjaveden alla kaivettaessa tulisi vaippaputken olla aina vähintään 0,5 m kaivuupintaa alempana. Pohjaveden pinnan alla kaivettaessa tulee putkeen lisätä vettä siten, että se on aina vähintään 1 m pohjaveden pinnan yläpuolella.

Kallioon tukeutuvissa kaivinpaaluissa valvoja varmistaa pinnan tasaisuuden ja määrää tarvittaessa meislauksesta, pulttituksesta ja lisäpuhdistuksesta. Mammutpumpun käyttöä pinnan puhdistuksessa tulee välttää, koska pumppuaminen aiheuttaa aina virtausta työputken ulkopuolelta putkeen, mikä vuorostaan löyhdyttää vaippaputkea ympäröiviä maakerroksia. Vaihtoehtoisena työmenetelmänä voi kokeilla esim. paineilman käyttöä lietteen irroituksessa. Jottei vaippaputken sisällä olevaan veteen sekoittunut hieno maa-aines laskeutuisi puhdistetulle kalliopinnalle lietteeksi, vaihdetaan vesi lopuksi putkessa tai asennetaan putken pohjalle lieteastiat ja nostetaan liete niillä pois veden selkiinnyttyä.

Raudoituksen paikalla pysymistä on tarkoin seurattava. Sitä auttaa esim. terästen alapäähän vaakatasoon asennettu teräsristikko.

Valvojan on varmistettava, että paaluissa, jotka joutuvat veden pinnan vaihtelualueelle tai tiesuolan vaikutuksen alaisiksi on massa sellaista, että sillä saavutetaan vaadittava pakkaskestävyys (P-luku). Mikäli massassa käytetään samanaikaisesti useampia lisäaineita tulee valvojan varmistua siitä, että lisäaineet soveltuvat yhdessä käytettäväksi. Betonimassassa käytetään aina hidastinta, sementtimäärä on yleensä vähintään  $350 \text{ kg/m}^3$ , ensimmäisessä valusatsissa kuitenkin vähintään  $400 \text{ kg/m}^3$  ja massan notkeus 1...2 svb.

Paalujen valujärjestys on valittava niin, ettei juuri valmistuneiden kaivinpaalujen betonin sitoutuminen häiriinny siitä tärinästä, jonka uuden lähellä olevan paalun tekeminen aiheuttaa. Urakoitsijan on esitettävä valuaikajärjestys valvojan hyväksyttäväksi.

Kylmänä vuodenaikana on paalu suojattava jäätymiselle alttiilta osiltaan, kunnes se saavuttaa vähintään jäätymislujuuden  $6 \text{ MN/m}^2$ .

Valmis paalu tarkastetaan ultraääniluotauksella. Luotausta varten paaluihin asennettavien putkien jatkosvälien tulisi olla vähintään 3 m ja jatkosvälien korkeudet on merkittävä luotauspöytäkirjaan tulosten tulkintaa varten. Valvojan tehtävänä on antaa korkeustiedot luotaajalle. Valvoja tilaa luotaajan TVH:n maatumustolmistosta hyvissä ajoin ennen luotauspäivää. Ennen ultraääniluotausta täytetään tarkastus-

putket vedellä. Talvella luodattaessa käytetään kuumaa vettä. Luotaus on tehtävä niin nopeasti, ettei vesi ehdi jäätyä putkiin. Kaivinpaalun betonointi on onnistunut, ellei luotauspiirturin esittämissä käyrissä esiinny huomattavaa epäjatkuvuutta. Mikäli selvää epäjatkuvuutta esiintyy, tehdään luotausputkista (ja tarvittaessa ylhäältä asti poratuista lisäreistä) vesipainekokeet. Jos vesipainekokeissa ilmenee painehäiriötä, injektoidaan virheellinen kohta paalusta. Tarkempi tulosten tulkinta tapahtuu TVH:n tienrakennustoimistossa. Jotta luotautulosten tulkinta olisi yksiselitteistä, tulisi putket olla mahdollisimman tarkasti tasasivuisen kolmion kärkipisteissä, halkaisijan olla  $\phi$  60 mm ja valuvaiheista (erityisesti häiriöistä) olla tarkka pöytäkirja liitteenä. Putkien keskinäisen etäisyyden tulisi olla  $\leq 1\ 200$  mm.

#### 4.42 Franki-paalutus

(\*\*\*\*)

#### 5. MUUT PAALUTUKSET

##### 5.1 Puupaalujen lyöntipaalutus

(\*\*\*\*)

##### 5.2 Pengerpaalutus

Laadunvalvonnassa noudatetaan pohjanvahvistustöiden laadunvalvontaohjeita.

##### 5.3 Erikoispaalutus

Teräspankkipaalu on yleensä alapäästä avoin putki, jonka läpimitta  $\phi$  500 mm. Paalu lyödään lyöntipaalutuskalustolla, jolloin alapäähän saadaan putken sisälle kantokykyä lisäävä maatulppa, tai paalu tärytetään täryjuntalla kovaan pohjaan, jolloin paalu toimii periaatteessa kaivinpaaluna. Putki täytetään yleensä betonilla.

Työputken (tai vaippaputken) alapää voidaan lyönnin ajaksi sulkea myös teräksestä tehdyllä pohjalla, joka estää maa-aineksen pääsyn putkeen lyönnin aikana. Paalutyypistä riippuen kärkikappale irrotetaan valuvaiheessa työputkesta tai koko työputki kärkikappaleineen jätetään vaippaputkeksi maahan. Tämän tyyppisiä paaluja ovat esim. Hagrup-, Simplex-, Vibrex-, Raymond- ja RSP-paalu. Näissä paaluissa lyönti kohdistuu vaippaputken yläpäähän tai erilliseen vaippaputken sisään sijoitettuun apupaaluun, joka nojaa pohjalevyyn.

Muita erikoispaaluja ovat esim. hydraulisesti osina puristettavat paalut ja osista kootut lyötävät paalut.



Näitä paaluja tehdessä noudatetaan lyönti- ja suur-paaluohjeita soveltuvin osin. Lisäksi paalutustyöstä on vaadittava yksityiskohtainen työselitys ja paalutustyyppejä on hyväksyttävä TVH:n maatumkimus- ja tienrakennustoimistossa ennen töiden aloitusta.

## 6. PAALUTUSTYÖTELINEET

Mikäli pohjaa on huonosti kantavaa tai paalutus tehdään vedenalaisena, on usein turvauduttava työtelineepaalutukseen.

Työtelineiden paaluperustus suunnitellaan ja tehdään lyöntipaalutusluokan III mukaan.

Työtelineiden paaluina käytetään yleensä latvaläpimitaltaan 125...175 mm puupaaluja kuormitusten suuruudesta riippuen. Suurimpana jatkamattoman paalun pituutena voidaan pitää 12 m. Mahdolliset jatkokset tehdään LPO-87 mukaan.

Vapaana vedessä olevien työtelineepaalujen sidonta tulee tarkistaa todellisen pohjaprofiilin mukaisesti niin, että saavutetaan riittävä varmuus nurjahdusta ja mahdollisia vaakavoimia ajatellen. Usein tämä piilossa oleva telineen osa tulee heikommin rakennetuksi kuin näkyvissä olevat osat.

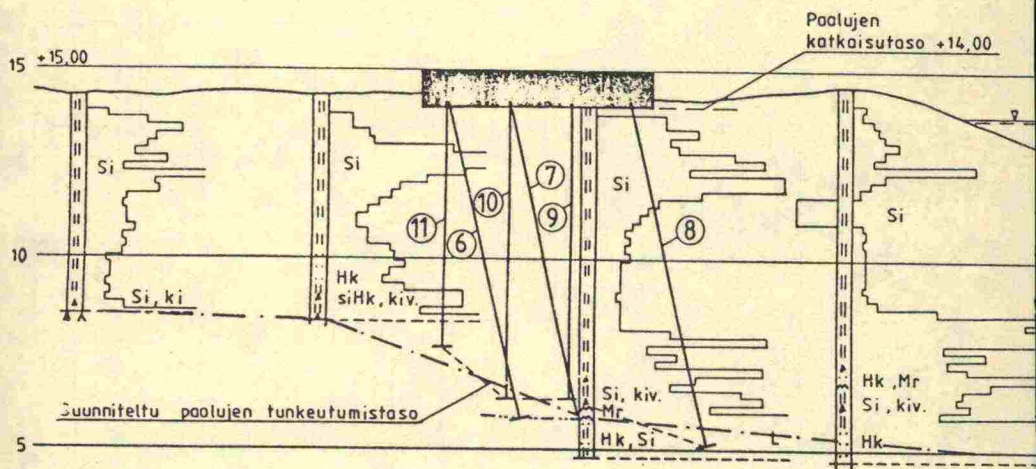
Kun työtelineepaaluja on tarkoitus käyttää varsinaisen siltakannen telineiden alustana, paalut voidaan katkaista n. 1,5 - 2 m korkeudelta maanpinnasta (tai vedenpinnasta) ja rakentaa katkaisutasoon esim. paalutuskonetta varten työsilake paaluja apuna käyttäen. Varsinaiset kannen telineet tuetaan sitten työsilakkeen päältä ja mitoitetaan normaaleina puutelineinä. Silake on jäykistettävä riittävästi vaak- ja vino-siteillä vedenpinnan ja katkaisutason välisellä osalla. Toinen tapa käyttää paaluja telineinä on ulottaa ne suoraan lähes kannen alapinnan tasoon, jolloin paalujen päähän tulevat vain niskat, koolaus ja muotti. Tällöin telineet mitoitetaan ja suunnitellaan paaluperustuksena unohtamatta jäykistäviä siteitä sillan pituus- ja poikkisuunnassa.





PAALUTUKSEN TOTEUTUMAPIIRROS. ESIMERKKI LEIKKAUS-  
PIIRROKSESTA.

Kairauslinja B - B



Paalujen tunkeutumistaso : ..... rivissä 6, 7  
 ----- "----- 11, 10, 9, 8

# KAIVINPAALUTUSPÖYTÄKIRJA

SILTA NO R 15/

TYÖKOHDE	PAALUN TUNNUS
PAALUTTAJA: KALUSTO:	

## PAALUN MITAT

NIMELLISMITTA		mm		KALTEVUUS		: 1	
SUUNNITeltu	TOTEUTUNUT	VAIPPAPUTKI D2	mm		mm		
PAALUN YLÄPÄÄ							
PAALUN ALAPÄÄ		YLÄPÄÄ					
KALTEVUUSLISÄ		ALAPÄÄ					
PAALUN PITUUS	m	PITUUS	m				

## MAAPERÄTIEDOT JA TYÖAJAT. KAIVU

KERROS- PAKSUUS	MAALAJIEN RAJAT	MAALAJI	TEHOKAS TYÖAIKA	HUOM	(NÄYTEET, LOHKAREET KESKEYTYKSET YMS.)
	MITTAUSTASO				
	POHJA				
RAUDOITUS TARKASTUSPUTKET, 3 Ø 60, ASENNUS					
TEHOKASTYÖAIKA YHT.					
KOKONAISTYÖAIKA					
KALLION KALTEVUUS: ENNEN KÄSITTELYÄ:				KÄSITTELYN JÄLKEEN:	
KALLIONPINNAN PUHDISTUS					

BETONOINTI	ALKOI KLO	PÄÄTTYI KLO	LÄMPÖTILA	C
------------	-----------	-------------	-----------	---

BETONIN VALMISTAJA \_\_\_\_\_ LUJUUSLUOKKA K \_\_\_\_\_  
 SEMENTTIMÄÄRÄ \_\_\_\_\_ kg m SUURIN RAEKOKE \_\_\_\_\_ mm NOTKEUS \_\_\_\_\_ sVB  
 VESISEMENTTISUOHE \_\_\_\_\_ LISÄAINEET \_\_\_\_\_  
 BETONIMENEKKI, TOD: \_\_\_\_\_ m TEOR: \_\_\_\_\_ m KOEKAPPALEET (TUNNUS): \_\_\_\_\_  
 BETONINTITAPA: \_\_\_\_\_  
 BETONOINNIN KESKEYTYS KLO \_\_\_\_\_ KORKEUSTASOSSA+ \_\_\_\_\_  
 SYY KESKEYTYKSEEN: \_\_\_\_\_

## PAALUN SIJAINNIN TARKASTUS

ASEMAPOIKKEAMA dx \_\_\_\_\_ mm, dy \_\_\_\_\_ mm  
KALTEVUUSPOIKKEAMA \_\_\_\_\_ mm/m SUUNTAPOIKKEAMA \_\_\_\_\_ mm/m

## ERIKOISTOIMENPITEET

RÄJÄYTYKSET: \_\_\_\_\_  
TARKISTUSPORAUKSET: \_\_\_\_\_  
INJEKTOINNIT: \_\_\_\_\_  
KALLIOANKKURIT / -TAPIT: \_\_\_\_\_  
ULTRAÄÄNILUOTAUS: PVM. \_\_\_\_\_ KORJAUSTOIMENPITEET: \_\_\_\_\_  
MUUT: \_\_\_\_\_  
PAALUTUSTYÖNJOHTAJA \_\_\_\_\_ PVM. \_\_\_\_\_

TARKASTANUT

PVM.

LIITTEITÄ

KPL

VAPK Kampin VALTIMO  
Helsinki 1988

ISBN 951-47-1005-3